

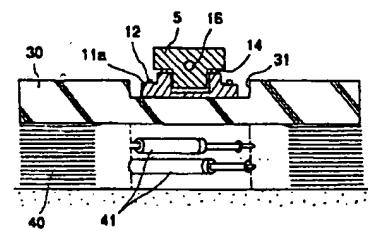
JP 406058012 A  
MAR 1994

• (54) VIBRATION ISOLATION STRUCTURE OF BUILDING

(11) 6-58012 (A) (43) 1.3.1994 (19) JP  
(21) Appl. No. 4-212997 (22) 10.8.1992  
(71) OHBAYASHI CORP (72) TETSUO SUZUKI(1)  
(51) Int. Cl<sup>s</sup>. E04H9/02, F16F15/02

**PURPOSE:** To allow a building vibration isolating device to exert a vibration isolating effect not different from a hybrid system vibration isolating device and reduce the solid transfer sound from an active vibration isolating means to a minute quantity.

**CONSTITUTION:** On the roof of a building a passive vibration isolating means is installed, which is configured so that a concrete mass 30 is borne by a plurality of laminate rubber pieces 40 and they are coupled together by a damper 41. An additional mass to be driven 5 and a drive device to move this additional mass 5 constituting an active vibration isolating means are installed directly on this concrete mass 30. The reactive force point of the drive device to move the additional mass 5 is set at part of the main mass body.



**This Page Blank (uspto)**

(51)Int.Cl.<sup>5</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所  
 E 04 H 9/02 3 4 1 A 8404-2 E  
 F 16 F 15/02 A 9138-3 J

## 審査請求 未請求 請求項の数3(全6頁)

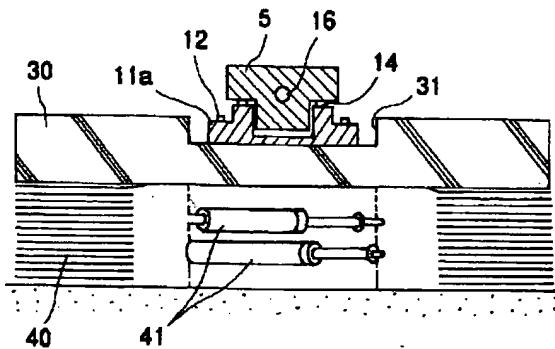
(21)出願番号	特願平4-212997	(71)出願人 000000549 株式会社大林組 大阪府大阪市中央区北浜東4番33号
(22)出願日	平成4年(1992)8月10日	(72)発明者 鈴木 哲夫 東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内
		(72)発明者 藤山 満 東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内
		(74)代理人 弁理士 一色 健輔 (外2名)

## (54)【発明の名称】 建物の制振装置

## (57)【要約】 (修正有)

【目的】 従来のハイブリッド方式の制振装置と変わらない制振効果を発揮し得ると共に、アクティブ制振手段からの固体伝播音を微少量に低減することができる建物の制振装置を提供する。

【構成】 建物の屋上に、コンクリート質量体30を複数の積層ゴム40で支持し且つその積層ゴム間をダンバー41で連結した構成のパッシブ制振手段を設置し、そのコンクリート質量体30上に、アクティブ制振手段を構成する被駆動付加質量体5とこの被駆動付加質量体5を動かす駆動装置とを直接に設置し、この被駆動付加質量体5を動かす駆動装置の反力点を上記主要付加質量体の一部にとる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 建物の屋上に、主要付加質量体をアイソレータで支持した構成のパッシブ制振手段を設置し、その主要付加質量体上に、アクティブ制振手段を構成する被駆動付加質量体とこの被駆動付加質量体を動かす駆動装置とを設置し、この被駆動付加質量体を動かす駆動装置の反力点を上記主要付加質量体にとったことを特徴とする建物の制振装置。

【請求項2】 上記主要付加質量体がコンクリート質量体であり、アイソレータが積層ゴムであることを特徴とする請求項1記載の建物の制振装置。

【請求項3】 建物の屋上に、コンクリート質量体を複数の積層ゴムで支持し且つそのコンクリート質量体と屋上間をダンパーで連結した構成のパッシブ制振手段を設置し、そのコンクリート質量体上に、アクティブ制振手段を構成する被駆動付加質量体とこの被駆動付加質量体を動かす駆動装置とを設置し、この被駆動付加質量体を動かす駆動装置の反力点を上記主要付加質量体にとったことを特徴とする建物の制振装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、建物の制振装置、特にハイブリッド方式の制振装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、ビル等の建物においては、地震あるいは風圧などにより振動が発生した場合の振動を制振するため、その制振装置が建物の屋上に設けられる。このような建物の屋上で制振するシステムとしては、次に示すものがある。

## 【0003】(1) アクティブ方式

図6 (a) に示すように、ビル51の屋上52に、ビル51の質量に応じた所定の重量を有する付加質量体53を置き、これを積極的にビル51の振動状態に応じて変位させて制振するものであり、制振性能は良いが高価なシステムとなる。

## 【0004】(2) パッシブ方式

建物入力に対して積極的な働きかけを行わないものであり、図6 (b) に示すように、水ダンパー54等から成るパッシブ制振手段を設けて、その水ダンパーの水の揺動等でビル51の振動を吸収するものであるが、チューニング(微調整)が必要であり1つの振動モードのみが対象となる。

## 【0005】(3) ハイブリッド(混成)方式

パッシブ方式とアクティブ方式を併用したもので、図6 (c) 及び図7に示すように、パッシブ型TMD(調整質量ダンパー; Tuned Mass Damper)の主要付加質量体55を、建物51の一部51aを反力としたアクチュエータ56によりアクティブに駆動する方式である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来のハイブリッド方式(図6 (c))は、建物52に反力をとるシステムであるため、その反力点からアクチュエータ56のモータ、その他から発生する高周波振動が固体伝播音として伝わり易い。従って、音の面からビルの居住性に悪い影響を与えるという問題がある。

10

## 【0007】

本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、従来のハイブリッド方式の制振装置と変わらない制振効果を発揮し得ると共に、アクティブ制振手段からの固体伝播音を微量に低減することができる建物の制振装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記問題を解決するため、本発明による建物の制振装置は、建物の屋上に、主要付加質量体をアイソレータで支持した構成のパッシブ制振手段を設置し、その主要付加質量体上に、アクティブ制振手段を構成する被駆動付加質量体とこの被駆動付加質量体を動かす駆動装置とを設置し、この被駆動付加質量体を動かす駆動装置の反力点を上記主要付加質量体にとった構成のものである(請求項1)。この場合、上記主要付加質量体はコンクリート質量体とし、アイソレータは積層ゴムとすることができる(請求項2)。

【0009】 本発明においては、建物の屋上に、コンクリート質量体を複数の積層ゴムで支持し且つそのコンクリート質量体と屋上間をダンパーで連結した構成のパッシブ制振手段を設置し、そのコンクリート質量体上に、アクティブ制振手段を構成する被駆動付加質量体とこの被駆動付加質量体を動かす駆動装置とを設置し、この被駆動付加質量体を動かす駆動装置の反力点を上記主要付加質量体にとった構成とすることが好ましい(請求項3)。

## 【0010】

【作用】 請求項1～3の発明においては、主要付加質量体を動かすための反力を建物に直接とらず、主要付加質量体の上に被駆動付加質量体を設置して、主要付加質量体を動かすための反力は、被駆動付加質量体を動かすことによって発生する被駆動付加質量体の慣性力を用いている。この被駆動付加質量体によって発生する慣性力は、パッシブ型TMDとして構成された主要付加質量体によって増幅され、建物に制振力として伝達される。この制振効果は、従来の図6 (c) と同等あるいはそれ以上となる。また、アクティブ制振手段から発生する高周波振動は、アイソレータを構成するバネなどの弾性手段を介して遮断され、建物には固体伝播音が伝わらない。従って、固体伝播音が微量になり、居住性が良くなる。

【0011】 請求項3の発明においては、コンクリート質量体、多段積層ゴム、ダンパーからパッシブ型TMDが構成される。パッシブ制振手段にダンパーを設けた場合、高周波成分に対応する駆動装置の挙動はダンパーによってカットできると共に、駆動装置の作動遅れに対しても、その影響を除去することができる。また、この

ダンパーにより制御系の発振を抑制し、安定化が図られる。

【0012】更に、請求項1～3の発明のパッシブ制振手段は、主要付加質量体とアイソレータにより、又は、コンクリート質量体と積層ゴム、更にダンパーを組合せてパッシブ型TMDとして構成したものであるので、1次モードを効率的に制御できると共に、高次モードも制御することが可能である。

【0013】

【実施例】以下、本発明の建物の制振装置を、図示の実施例に基づいて説明する。図1において、1はビル2の屋上2aに設置された制振装置であり、パッシブ制振手段Pとその上に装置されたアクティブ制振手段Aとから成り、ハイブリッド型となっている。前者のパッシブ制振手段Pは、図2に示すように、主要付加質量体3をアイソレータ4で支持した構成であり、また後者のアクティブ制振手段Aは、主要付加質量体3の上に被駆動付加質量体5を直接に設置し、この被駆動付加質量体5を動かす駆動装置6の反力点を上記主要付加質量体3の一部3aにとった構成となっている。従って、パッシブ制振手段Pから見た場合、従来と異なり、主要付加質量体3を動かすための反力点は建物にとられてはおらず、主要付加質量体3を動かすための反力は、被駆動付加質量体5を動かすことによって発生する被駆動付加質量体5の慣性力による構成となっている。

【0014】上記アクティブ制振手段Aの数は、制振すべき振動方向が1方向のときは1台、これと直交する方向をも考慮した2方向のときはそれぞれの方向について各1台(計2台)が用いられ、1方向あるいは2方向の建物応答が公知のハイブリッド方式で制御される。本実施例の場合、アクティブ制振手段Aの数は1台であり、ビル2の短辺(矢印X)方向についての振動を制振するように設置されている。従って、この矢印X方向についての1方向ハイブリッドとなっていると共に、主要付加質量体3の慣性方向についての1方向パッシブとなっている。

【0015】図3、図4に制振装置1の具体的構成を示す。図示するように、パッシブ制振手段Pは、主要付加質量体3としてのコンクリート質量体30と、このコンクリート質量体30を複数箇所で支えるアイソレータ4としての多段積層ゴム40と、主要付加質量体3と建物の屋上間を連結するダンパー41とからなり、全体はパッシブ型TMDとして構成される。多段積層ゴム40のバネ剛性は、主要付加質量体3および被駆動付加質量体5等の重量を勘案し、パッシブ制振系の固有振動数が建物の主要モード固有振動数にほぼ一致することを前提として決定される。一方、ダンパー41は減衰力可変型のダンパーとする。すなわち、通常はパッシブ制振系において最適減衰力が得られるように設定するが、多段積層ゴム40の変形が過大になった場合は自動的に減衰力が

切り替わり、前記最適減衰力に比べ1桁程度大きな減衰力が得られるシステムとし、これをブレーキ用として用いるようにしている。

【0016】コンクリート質量体30の上面には長方形の凹所31が形成されており、ここにアクティブ制振手段Aの下部が収められている。一方、アクティブ制振手段Aは、ボルト12によりコンクリート質量体30の上面の凹所31内に固定された本体11を有する。11aは本体の上面を、11bは固定部を示す。アクティブ制振手段Aの被駆動付加質量体5はT字状の断面形状とされており、その下部が本体11に設けた溝状凹部13内に挿入され、また、両側の腕部は溝状凹部13の周縁の上面に対向するように張り出し、リニアペアリング14を介して支承され、溝状凹部13に沿って移動可能となっている。

【0017】図5に示すように、被駆動付加質量体5を動かすため、被駆動付加質量体5にはボルネジ機構15が設けてあり、これに螺入する雄ネジ16の両端は本体上面11a上に設けた第1の軸受部18と第2の軸受部19により支承されている。また本体上面11a上には駆動装置6としてのACサーボモータ20が設けてあり、その出力軸21はカップリング17を介して雄ネジ16に結合され、その回転駆動力がボルネジ機構15に伝達されて、被駆動付加質量体5を図5の矢印X方向に摺動させ得る構成となっている。尚、上記軸受部18、19は、図示していないがアンギュラコンタクト玉軸受とこれを保持するストップから成り、ラジアル方向だけでなくスラスト方向(矢印X方向)の加重にも耐えられる構造となっている。これは被駆動付加質量体5を移動させる際の反作用を考慮したものである。また、上記ACサーボモータ20の出力軸21の他端は、上面11aに固定された電磁ブレーキ機構22に連結され、停電時等に電源供給が無くなったとき、自動的に出力軸21を制動する構成になっている。

【0018】上記のように構成された制振装置1は、図1の如く、ビル2の所要階の床面、柱等に設けた振動状態検知センサ7、ビル2の地下に設けた地震センサ8、ビル2の屋上に設けた風速風向計9及びアクティブ制振手段Aの制御系10と共に、全体として制振システムを構成している。

【0019】さて、地震発生又は風圧の作用によりビル2が矢印X方向に振動した場合、そのビル各階で異なる振動が各振動状態検知センサ7により検出され、地震センサ8からの検出信号と共に制御系10に入力される。制御系10ではこれをA/D変換器27でデジタル化した後、演算装置28に入力し、風速風向計9からの信号に基づいて、所定のプログラムに従って、被駆動付加質量体5の変位方向、変位量、速度、加速度等を算出する。そしてこの演算装置28に接続されているサーボコントローラ29は、演算装置28からの命令によりA

C サーボモータ 20 に駆動電流を供給する。常時微弱電流が通電されてスタンバイ状態にある AC サーボモータ 20 は、上記駆動電流の供給と同時に雄ネジ 16 を回転駆動する。この回転力はポールネジ機構 15 に伝達されて被駆動付加質量体 5 の変位に変換され、被駆動付加質量体 5 はコンクリート質量体 30 上を、応答性良く、例えば図 3 の矢印 X 1 方向に摺動する。

【0020】ここで、被駆動付加質量体 5 は主要付加質量体 3 の上に直接設置され、その反力点を主要付加質量体 3 の一部にとってあるため、被駆動付加質量体 5 が主要付加質量体 3 たるコンクリート質量体 30 上を矢印 X 1 方向に動くと、この被駆動付加質量体 5 の慣性力として、図 3 に示すように、主要付加質量体 3 を動かすための反力が矢印 X 2 方向に発生する。この被駆動付加質量体 5 によって発生する慣性力は、パッシブ型 TMD を構成する主要付加質量体 3 によって増幅されて、ビル 2 に制振力として伝達され、これによりビル 2 で発生した振動が制振される。

【0021】この制振効果は、従来技術で述べた図 6 (c) タイプと同等あるいはそれ以上となると共に、アクティブ制振手段 A から発生する固体伝播音を微量にする働きとして現れる。何故なら、アクティブ制振手段 A のモータ等から発生する高周波振動は、パッシブ型 TMD を構成する主要付加質量体 3 たるコンクリート質量体 30、アイソレータ 4 たる多段積層ゴム 40 を通してのみ、建物に伝わることが可能であり、従来のように直接にビル 2 に伝わることは無いからである。

【0022】また、駆動装置 8 たる AC サーボモータ 20 は、演算装置 28 からの命令によりサーボコントローラ 29 を介して応答する場合、その入力制御信号中の高周波成分に対しては極端な作動遅れを生じ、建物の揺れを増幅する方向に挙動してしまうことがある。しかし、パッシブ制振手段 P に上記ダンパー 41 を設けた場合、高周波成分に対応する駆動装置 8 の挙動はダンパー 41 によってカットできると共に、駆動装置 8 の作動遅れに対しても、その悪影響を除去することができる。また、このダンパー 41 は制御系の発振を抑制し、安定化を図る働きもある。

【0023】更に上記実施例のパッシブ制振手段 P は、コンクリート質量体 30 を複数の多段積層ゴム 40 で支え、さらにダンパー 41 を連結してパッシブ型 TMD を構成したものであり、これとアクティブ制振とにより、1 次モードを効率的に制御すると共に、高次モードも制御することが可能であって、従来の水ダンパーなどのよう に 1 次モードの制御のみに限定されることはない。

#### 【0024】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、下記のような優れた効果が得られる。

1) 請求項 1 ~ 3 によれば、アクティブ制振手段から発生する高周波振動は、アイソレータにより又は積層ゴム

6  
或いは積層ゴムとダンパーとの組合せから成るパッシブ型 TMD を介して遮断され、建物には固体伝播音が伝わらない。従って、建物の居住性が良くなる。

2) また、請求項 1 ~ 3 の発明によれば、被駆動付加質量体によって発生する慣性力が、パッシブ型 TMD として構成された主要付加質量体によって増幅されて、建物に制振力として伝達されるため、従来のハイブリッド方式の制振装置と同等あるいはそれ以上の制振効果が得られる。

10 3) 更に、請求項 1 ~ 3 の発明のパッシブ制振手段 P は、主要付加質量体とアイソレータにより、又は、コンクリート質量体と積層ゴム、更にダンパーとの組合せたパッシブ型 TMD により構成したものであるので、1 次モードを効率的に制御できると共に、高次モードも制御することができる。

4) 特に請求項 3 の構成によれば、高周波成分に対応する駆動装置の挙動はダンパーによってカットされ、駆動装置の作動遅れに対しても、その悪影響を除去できると共に、制御系の発振を抑制し安定化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の建物の制振装置をビルに適用した一実施例を示す概略図である。

【図 2】本発明の建物の制振装置を示す概念図である。

【図 3】本発明の建物の制振装置の一実施例を示す一部断面正面図である。

【図 4】本発明の建物の制振装置の一実施例を示す上面図である。

【図 5】図 4 の制振装置におけるアクティブ制振手段の側面図である。

【図 6】従来の制振装置の構成例を示す概念図である。

【図 7】従来の図 6 (c) に示したハイブリッド方式の制振装置の拡大説明図である。

#### 【符号の説明】

1 制振装置

2 ビル

2 a 屋上

3 主要付加質量体

4 アイソレータ

5 被駆動付加質量体

6 駆動装置

7 振動状態検知センサ

8 地震センサ

9 風速風向計

10 制御系

11 本体

15 ポールネジ機構

20 AC サーボモータ (駆動装置)

21 出力軸

22 電磁ブレーキ機構

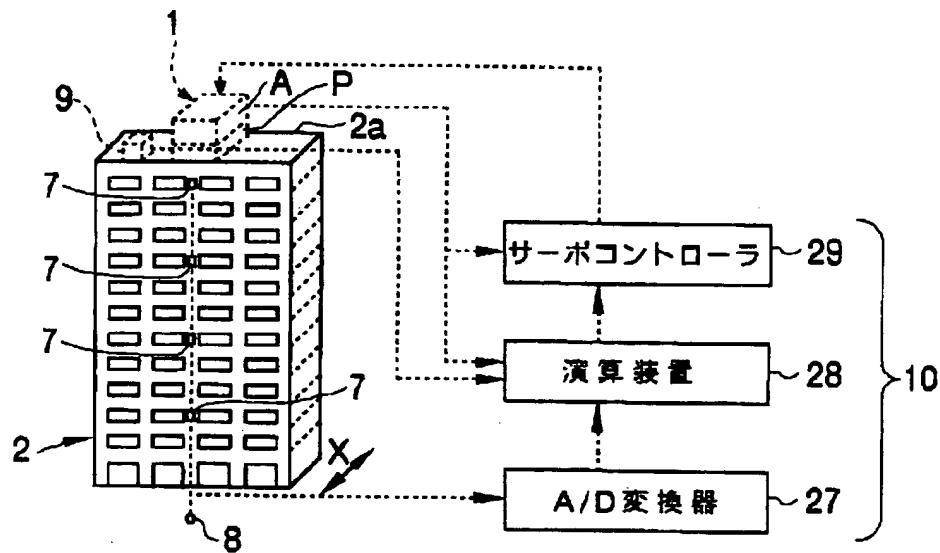
7

8

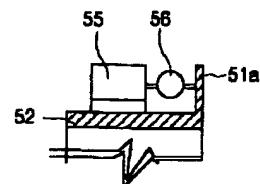
27 A/D変換器  
 28 演算装置  
 29 サーボ kontrollor  
 30 コンクリート質量体

40 多段積層ゴム  
 41 ダンパー  
 P パッシブ制振手段  
 A アクティブ制振手段

【図1】

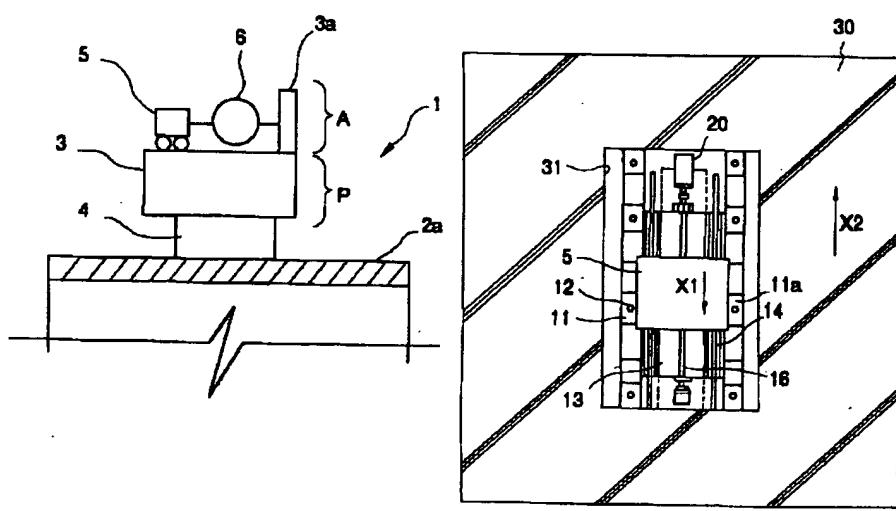


【図7】

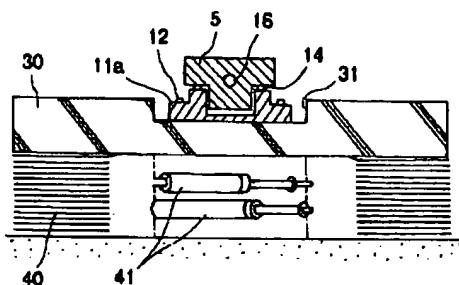


【図2】

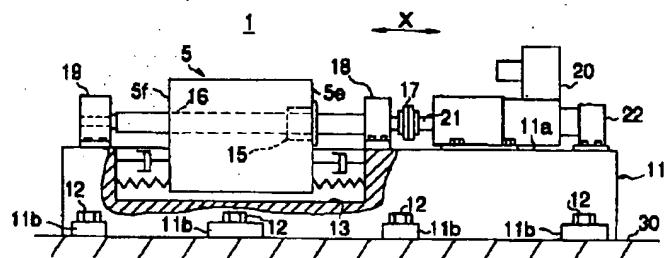
【図3】



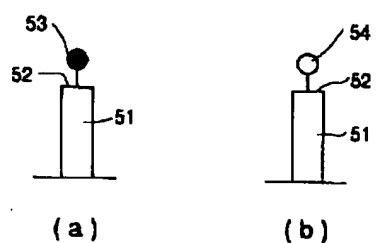
【図4】



【図5】

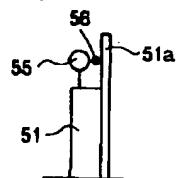


【図6】



(a)

(b)



(c)